

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



I D S

⑫ **Gebrauchsmuster**

U1

- (11) Rollennummer G 84 17 650.4
(51) Hauptklasse F28D 9/00
(22) Anmeldetag 09.06.84
(47) Eintragungstag 06.09.84
(43) Bekanntmachung
im Patentblatt 18.10.84
(54) Bezeichnung des Gegenstandes
Rekuperativer Plattenwärmetauscher
(71) Name und Wohnsitz des Inhabers
Bolin GmbH, 6000 Frankfurt, DE

DR. ING. HEINRICH GEITZ PATENTANWALT 7500 KARLSRUHE 1, POSTFACH 2706

842181

Anmelderin: Firma
Bolin GmbH
Berner Straße 42
D-6000 Frankfurt 56

Rekuperativer Plattenwärmetauscher
=====

Die Erfindung bezieht sich auf einen rekuperativen Plattenwärmetauscher mit durch Abstandshalter in gegenseitigen Abständen voneinander gehaltenen Tauscherplatten, zwischen denen sich jeweils aufeinanderfolgend Strömungswege für zwei beim Durchgang durch den Wärmetauscher im Kreuzstrom geführte und in indirektem Wärmeaustausch stehende Medienströme hindurcherstrecken.

Rekuperative Plattenwärmetauscher dieser Art sind bekannt, vermögen den Erfordernissen der Praxis aber insofern nur unzulänglich zu genügen, als sie im Aufbau kompliziert und im Betrieb jedenfalls dann störanfällig sind, wenn wenigstens einer der im Wärmeaustausch stehenden Medienströme mit Verunreinigungen belastet ist.

Demgemäß besteht die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe in der Schaffung eines einerseits im Aufbau vereinfachten und andererseits hinsichtlich seiner Funktions-

8417650

09.06.84

842181

-2-

weise gegenüber dem Stande der Technik verbesserten rekuperativen Plattenwärmetauschers.

Diese Aufgabe ist bei einem rekuperativen Plattenwärmetauscher nach dem Oberbegriff des Schutzzanspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Tauscherplatten im Bereich jeweils zwei voneinander entfernter Längsseiten mit Abkantungen und sich von diesen in Parallellebenen zu den Mittelteilen der Tauscherplatten nach außen erstreckenden Randflanschen versehen sowie in solcher Weise aneinandergefügt und miteinander verbunden sind, daß jeweils an den sich in der Ebene ihres Mittelteils erstreckenden Rändern einer Tauscherplatte die sich in einer Parallellebene zu ihrem Mittelteil erstreckenden Randflanschen einer angrenzenden Tauscherplatte anliegen und zwischen benachbarten Tauscherplatten aufeinanderfolgend um etwa 90° gegeneinander versetzte Strömungswege verlaufen.

Durch die Erfindung ist somit ein rekuperativer Plattenwärmetauscher verwirklicht worden, der sich durch einen besonders einfachen Aufbau insofern auszeichnet, als durch die Abkantungen zwischen den Mittelteilen der Tauscherplatten und jeweils zweier Randflanschen an voneinander abgewandten Längsseiten es gelingt, einen Plattenwärmetauscher nahezu beliebiger Leistungsfähigkeit aus untereinander gleichartigen Tauscherplatten zusammenzustellen.
Bei quadratischem Aufbau des Plattenwärmetauschers können im Rahmen der Erfindung nicht nur gleichartige, sondern identische Tauscherplatten zum Einsatz kommen, was natürgemäß zu einer besonders kostengünstigen Gestaltung führt.

-3-

84.17650

09.06.84

8
842181

-3-

Zweckmäßigerweise kann es sich bei den Tauscherplatten um Blechformteile handeln, die beidseitig glatte Oberflächen aufweisen und demgemäß die Strömung günstig beeinflussen und nur geringe Möglichkeiten zum Ansetzen von Verunreinigungen bieten, die von den Medienströmen mitgeführt werden. Wenn beim Durchströmen des Wärmetauschers eines der Medien den Taupunkt unterschreitet, schlägt sich das aus diesem Medium ausfallende Kondensat an den Tauscherplatten nieder, was einen Selbstreinigungseffekt bewirkt, indem mit dem sich bildenden Kondensat evtl. vorhandene Schmutzpartikel abfließen.

Im Rahmen der Erfindung können auch jeweils zwei Tauscherplatten aus einem Zuschnitt bestehen und entlang einer gemeinsamen Längsseite um eine Biegekante mit ihren Mittelteilen in Parallelebenen gebogen sein. Im übrigen hat es sich im Interesse eines einfachen und kostengünstigen Aufbaues als zweckmäßig erwiesen, wenn die freien Enden der sich in den Ebenen ihrer Mittelteile erstreckenden Ränder der jeweils einen Tauscherplatte um die an diesen Rändern anliegenden Randflanschen der angrenzenden Tauscherplatten herumgebördelt sind.

Ein ebenfalls äußerst einfacher und mithin kostengünstiger Aufbau eines derartigen Plattenwärmetauschers gelingt, wenn nach einem anderen Ausgestaltungsmerkmal die Eckbereiche der Tauscherplatten mit nach Breite und Tiefe durch die sich an die Mittelteile anschließenden Abkantungen bestimmten Ausklinkungen versehen sind und sich längs der Tauscherkanten erstreckende Abdeckungen diese Ausklinkungen nach außen abschließen.

-4-

8417650

09.08.64

9

842181

-4--

Nach einem anderen ausgestaltenden Merkmal der Erfindung ist es vorteilhaft, die Eintrittsöffnungen der sich um etwa 90° gegeneinander versetzt durch den Wärmetauscher hindurcherstreckenden Strömungswege für die im Kreuzstrom geführten Medienströme düsenartig auszubilden mit der Folge, daß der hydro-dynamische Druckaufbau am Tauschereintritt sehr gering ist und dann beim Durchgang der strömenden Medien durch den Tauscher langsam ansteigt. Dadurch wird speziell bei stark verunreinigten Medien die Verschmutzung am Tauschereintritt auf ein vernachlässigbares Maß reduziert.

Eine düsenartige Ausbildung der Eintrittsöffnungen gelingt, nach einem weiteren ausgestaltenden Merkmal, in einfacher Weise, indem die Abkantungen zwischen den Mittelteilen der Tauscherplatten und den sich in Parallelebenen zu den Mittelteilen erstreckenden Randflanschen als von letzteren zu den genannten Mittelteilen hin ansteigende Schräglächen ausgebildet sind. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn die als Schräglächen ausgebildeten Abkantungen von den Randflanschen zu den Mittelteilen der Tauscherplatten hin unter Winkeln kleiner als 60° , vorzugsweise unter Winkeln zwischen 20° und 45° , ansteigen.

Im Rahmen der Erfindung kann jedoch auch vorgesehen sein, daß die Abkantungen zwischen den sich in einer Parallelebene zu den Mittelteilen der Tauscherplatten erstreckenden Randflanschen stetige Übergänge aufweisen, so daß sprungartig auftretende Querschnittsänderungen und demgemäß sprunghafte Druckänderungen vermieden sind.

-5-

84.176.60

09.06.84

842181

-5-

Eine weitere wichtige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Abstandshalter zwischen den Tauscherplatten jeweils in Strömungsrichtung zwischen benachbarten Tauscherplatten verlaufen und den sich zwischen diesen Tauscherplatten erstreckenden Strömungsweg in eine Mehrzahl parallel zueinander verlaufender Teilströmungswege aufteilen. Durch diese Abstandshalter wird einerseits erreicht, daß die Tauscherplatten über ihre gesamte Flächenerstreckung auf konstanten Abständen voneinander gehalten werden, andererseits aber auch durch die Aufteilung der jeweils in einer Richtung verlaufenden Strömungswege in eine Mehrzahl von Teilströmungswegen eine gewisse Gleichrichtung der Strömung. Schließlich begründen die Abstandshalter auch eine Verbesserung des Wärmeüberganges infolge der durch sie vermittelten Vergrößerung der wirksamen Tauscherflächen. Diese Verbesserung des Wärmeüberganges begründet aber gleichzeitig eine beachtliche Wirkungsgrad-Verbesserung gegenüber herkömmlichen Wärmetauschern.

Im Interesse der erwünschten Gleichrichtung der Strömung und eines verbesserten Wärmeüberganges ist es von Vorteil, wenn gemäß einem weiteren Merkmal die Abstandshalter mit wenigstens jeweils einer Tauscherplatte fest verbunden sind und zumindest bis unmittelbar an die benachbarte Tauscherplatte heranreichen.

Bei den Abstandshaltern kann es sich um zwischen den Tauscherplatten erstreckende Stegs handeln oder die Abstandshalter können aus sich zwischen den Tauscherplatten durchlaufend erstreckenden und wechselseitig mit benachbarten Tauscherplatten

-6-

84-17650

09.06.84

842181

-6-

verbundenen Materialstreifen bestehen,
etwa in der Form, daß die die Abstandshalter bildenden
Materialstreifen sich mäanderartig zwischen
den Tauscherplatten erstrecken. Alternativ dazu
kann es sich bei den die Abstandshalter bildenden
Materialstreifen auch um ein Wellprofil handeln,
das abwechselnd an der einen und anderen von jeweils
zwei benachbarten Tauscherplatten anliegt.

Eine Ausführungsform eines rekuperativen Plattenwärmetauschers nach der Erfindung soll nachstehend anhand
der beigefügten Zeichnung erläutert werden. In schematischen
Ansichten zeigen:

Fig. 1 einen aus untereinander gleichartigen Tauscher-
platten aufgebauten Plattenwärmetauscher
in einer perspektivischen Gesamtansicht,

Fig. 2 einen Horizontalschnitt gemäß der Schnitt-
linie II-II in Fig. 1 durch den Plattenwärmetauscher,

Fig. 3 einen Vertikalschnitt gemäß der Schnittlinie
III-III in Fig. 1 durch den Plattenwärmetauscher

Fig. 4 in einem vergrößerten Ausschnitt aus einem
Eckbereich des Plattenwärmetauschers nach
Fig. 1 zwei benachbarte Tauscherplatten
mit einem sich dazwischen erstreckenden
Strömungsweg

-7-

8417650

09.06.64

842181

-7-

Fig. 5
bis 9 in Ausschnittsansichten gemäß IV aus Fig. 2
mögliche Ausführungsformen der die Strömungs-
wege zwischen benachbarten Tauscherplatten
in parallel zueinander verlaufende Teilströmungs-
wege unterteilenden Abstandshalter.

Der Plattenwärmetauscher 10 nach Fig. 1 ist aus untereinander gleichen, quadratischen Querschnitte aufweisenden Tauscherplatten 11, 11' aufgebaut, die aufeinanderfolgend jeweils um 90° gegeneinander versetzt und in unten noch zu beschreibender Weise zusammengefügt sind. Jede dieser Tauscherplatten besitzt ein Mittelteil 12, 12', an das sich im Bereich zweier voneinander abgewandter Längsseiten unter etwa 30° schräg verlaufende Abkantungen 13, 13' und an letztere sich in Parallellebenen zu den Mittelteilen erstreckende Randflanschen 14, 14' anschließen. Wie insbesondere Fig. 4 zeigt, sind die Eckbereiche der aneinandergefügten Tauscherplatten mit Ausklinkungen 15, 15' versehen, deren Breite und Tiefe durch die sich an die Mittelteile anschließenden Abkantungen 13, 13' bestimmt sind. Stirnseitig ist der Plattenwärmetauscher 10 durch ebene Platten 16, 16', die gleichfalls in den Eckbereichen Ausklinkungen der bei den Tauscherplatten 11, 11' vorhandenen Art aufweisen, abgeschlossen. Überdeckt sind die Ausklinkungen 15, 15' durch sich zwischen den stirnseitigen Abschlußplatten 16, 16' des Wärmetauschers in den Eckbereichen erstreckende Abdeckungen 17.

Bei der in den Fig. 1 bis 4 veranschaulichten Ausführungsform sind jeweils zwei benachbarte Tauscherplatten 11, 11' aus einem Zuschnitt gefertigt und längs einer gemeinsamen Biegekante 18, 18', die sich entlang einer gemeinsamen Längsseite der benachbarten Tauscherplatten erstreckt,

-8-

8417650

09.06.84

842181

-8-

in solcher Weise zusammengebogen, daß die Mittelteile 12, 12' mit Abstand voneinander in Parallelebenen verlaufen, wobei die Randflanschen 14, 14' der jeweils einen Tauscherplatte 11 od. 11' an den sich in der Ebene ihres Mittelteils 12 od. 12' erstreckenden Rändern 19 od. 19' der benachbarten Tauscherplatte 11 od. 11' anliegen. Im Bereich der Mittelteile 12, 12' sind zwischen den Tauscherplatten 11, 11' letztere auf Abstand haltende Abstandshalterungen 20, 20' angeordnet, die unten noch näher erläutert werden. Verbunden sind die Tauscherplatten 11, 11' dadurch, daß die jeweils freien Enden der sich in den Ebenen ihrer Mittelteile 12, 12' erstreckenden Ränder 19, 19' der jeweils einen Tauscherplatte 11 od. 11' um die an diesen Rändern anliegenden Randflanschen 14 od. 14' der angrenzenden Tauscherplatten 11' od. 11 bei 21 bzw. 21' herumgebördelt sind, wie insbesondere Fig. 4 zeigt.

Angesichts des Zusammenbaus der Tauscherplatten 11, 11' in jeweils um 90° gegeneinander versetzter Anordnung besitzt der Wärmetauscher 10 jeweils aufeinanderfolgend sich zwischen benachbarten Tauscherplatten rechtwinklig zueinander erstreckende Störungswände 22, 22' für zwei im Kreuzstrom geführte Medienströme, wie in den Fig. 1 bis 3 die Strömungspfeile 23, 23' andeuten.

Wie insbesondere die Fig. 2 und 3 zeigen, sind die Eintrittsöffnungen 24, 24' der sich um etwa 90° gegeneinander versetzt durch den Wärmetauscher hindurcherstreckenden Strömungswände 22, 22' für die im Kreuzstrom geführten Medienströme düsenartig ausgebildet. Diese düsenartige Ausbildung kommt dadurch zustande, daß die die Randflanschen 14, 14' einer jeden Tauscherplatte 11, 11'

-9-

09.17.84

09.06.84

842181

-9-

mit deren Mittelteil 12, 12' verbindenden Abkantungen 13, 13' von den in einer Parallelebene zum Mittelteil liegenden Randflanschen unter einem Winkel von etwa 30° zum Mittelteil hin schräg ansteigen. Angesichts dieser düsenartigen Ausbildung der Eintrittsöffnungen ist der hydro-dynamische Druckaufbau am Tauschereintritt gering, was sich im Hinblick auf die Gefahr von Verschmutzung des Tauschers 10 bei stark verunreinigten Medien als äußerst vorteilhaft erwiesen hat.

Die zwischen den Tauscherplatten 11, 11' sind im Bereich ihrer Mittelteile 12, 12' angeordneten und letztere auf konstanten Abständen voneinander haltenden Abstandshalter 20, die in der jeweiligen Strömungsrichtung eines Strömungsweges 22, 22' verlaufen und diesen in mehrere sich parallel zueinander erstreckende und in Richtung der Strömungswägen verlaufende Teilströmungswäge unterteilen.

Bei diesen Abstandshaltern kann es sich um wenigstens mit jeweils einer Tauscherplatte 11 od. 11' verbundene und bis an die andere Tauscherplatte 11' od. 11 heranreichende Stege 25 handeln, die sich rechtwinklig von den Tauscherplatten fortsetzen, wie Fig. 5 zeigt. Bei der in Fig. 6 veranschaulichten Ausführung der Abstandhalter handelt es sich um durchlaufende Materialstreifen 26, die mäanderartig geformt sind und aufeinanderfolgend jeweils unter Ausbildung eines Teilströmungsweges an der einen und der anderen Tauscherplatte 11, 11' anliegen. Bei der in Fig. 7 veranschaulichten Ausführungsform sind die Abstandhalter als Wellenprofil 27 ausgebildet, die in ähnlicher Weise wie die mäanderartig

-10-

84-17650

09-016-84

842181

-10-

gestalteten Abstandshalter nach Fig. 6 aufeinanderfolgend an der einen und anderen Tauscherplatte jeweils unter Ausbildung eines Teilströmungsweges anliegen. Die Fig. 8 und 9 zeigen alternative Ausbildungsmöglichkeiten der Abstandsheiter, wobei gemäß Ausführungsform nach Fig. 8 die durch die Abstandshalter 28 in Strömungsrichtung begrenzten Teilströmungsweges dreiecksförmige Querschnitte aufweisen, während bei der Ausführungsform nach Fig. 9 die Abstandshalter 29 sich wiederum mäanderartig zwischen den Tauscherplatten erstrecken, jedoch im Unterschied zu der Ausführungsform nach Fig. 6 trapezförmige Teilströmungsweges bilden.

Die rechtwinklig zu den in den Fig. 5 bis 9 durch Abstandshalter in Teilströmungsweges unterteilten Strömungswegen 22' verlaufenden Strömungsweges 22, denen die Strömungsfeile 23' zugrundet sind, sind in entsprechender Weise durch nicht weiter dargestellte Abstandshalter in parallel zueinander und in Richtung dieser Strömungsweges verlaufende Teilströmungsweges unterteilt.

-11-

84-17650

09.06.84

DR. ING. HEINRICH GEITZ PATENTANWALT 7600 KARLSRUHE 1, POSTFACH 2708

842181

11-

Anmelderin: Firma
Bolin GmbH
Berner Straße 42
D-6000 Frankfurt 56

Schutzzansprüche:

=====

1. Rekuperativer Plattenwärmetauscher mit durch Abstandshalter in gegenseitigen Abständen voneinander gehaltenen Tauscherplatten, zwischen denen sich jeweils aufeinanderfolgend Strömungswände für zwei beim Durchgang durch den Wärmetauscher im Kreuzstrom geführte und in indirektem Wärmeaustausch stehende Medienströme hindurchstrecken, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauscherplatten (11,11') im Bereich jeweils zweier voneinander entfernter Längsseiten mit Abkantungen (13,13') und sich von diesen in Parallelebenen zu den Mittelteilen (12,12') der Tauscherplatten nach außen erstreckenden Randflanschen (14,14') versehen sowie in solcher Weise aneinandergesetzt und miteinander verbunden sind, daß jeweils an den sich in der Ebene ihres Mittelteils (11) od. (11') erstreckenden Rändern (19) od. (19') einer Tauscherplatte die sich in einer Parallelebene zu ihrem Mittelteil erstreckenden Randflanschen einer angrenzenden Tauscherplatte anliegen und zwischen benachbarten Tauscherplatten aufeinanderfolgend um etwa 90° gegeneinander versetzte Strömungswände (22,22') verlaufen.

09.06.84

-12-

09.06.84

842181

-12-

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Tauscherplatten (11,11') um Blechformteile mit beidseitig glatten Oberflächen handelt.
3. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei Tauscherplatten (11,11') aus einem Zuschnitt bestehen und entlang einer gemeinsamen Längsseite um eine Biegekante (18,18') mit ihren Mittelteilen (12,12') in Parallellebenen gebogen sind.
4. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die freien Enden der sich in den Ebenen ihrer Mittelteile (12, 12') erstreckenden Ränder (19,19') der jeweils einen Tauscherplatte um die an diesen Rändern anliegenden Randflänschen (14, 14') der angrenzenden Tauscherplatten (bei 21) herumgebördelt sind.
5. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Eckbereiche der Tauscherplatten (11,11') mit nach Breite und Tiefe durch die sich an die Mittelteile (12, 12') anschließenden Abkantungen (13, 13') bestimmten Ausklinkungen (15, 15') versehen sind und daß längs der Tauscherkanten erstreckende Abdeckungen (17) diese Ausklinkungen überdecken.
6. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittsöffnungen (24, 24') der sich um etwa 90° gegeneinander versetzt durch den Tauscher (10) hindurcherstreckenden Strömungsweg (22,22') für die im Kreuzstrom geführten Medienströme düsenartig ausgebildet sind.

-13-

04.176.80

09.06.84

8421B1

-13-

7. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkantungen (13,13') zwischen den Mittelteilen (12,12') der Tauscherplatten (11,11') und den sich in Parallelebenen zu den Mittelteilen erstreckenden Randflanschen (14,14') von letzteren zu den Mittelteilen ansteigende Schräglächen sind.

8. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die als Schräglächen ausgebildeten Abkantungen (13,13') von den Randflanschen (14,14') zu den Mittelteilen (12,12') der Tauscherplatten (11,11') unter Winkeln kleiner als 60° , vorzugsweise unter Winkeln zwischen 20° und 45° , ansteigen.

9. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkantungen (15,13') zwischen den sich in einer Parallelebene zu den Mittelteilen (12,12') der Tauscherplatten (11,11') erstreckenden Randflanschen (14,14') stetige Übergänge aufweisen.

10. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter (20, 25, 26, 27, 29) zwischen den Tauscherplatten (11,11') sich jeweils in Strömungsrichtung zwischen benachbarten Tauscherplatten erstrecken und den Strömungsweg (22,22') in eine Mehrzahl parallel zueinander verlaufende Teilströmungswege aufteilen.

11. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter (20, 25, 26, 27, 28, 29) mit wenigstens jeweils einer Tauscherplatte (11, 11') fest verbunden sind und zumindest bis unmittelbar an die benachbarte Tauscherplatte heranreichen.

-14-

84.176.50

07.03.64

842181

-14-

12. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter sich zwischen den Tauscherplatten (11, 11') erstreckende Stege (25) sind.
13. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter aus sich zwischen den Tauscherplatten (11, 11') durchlaufend erstreckenden und wechselseitig mit benachbarten Tauscherplatten verbundenen Materialstreifen (26, 27, 28, 29) bestehen.
14. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die die Abstandshalter bildenden Materialstreifen (26, 29) sich mäanderartig zwischen den Tauscherplatten (11, 11') erstrecken.
15. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den die Abstandshalter bildenden Materialstreifen um ein Wellenprofil (27) handelt, das abwechselnd an der einen und anderen von jeweils zwei benachbarten Tauscherplatten (11, 11') anliegt.

8417650

09-06-84

76

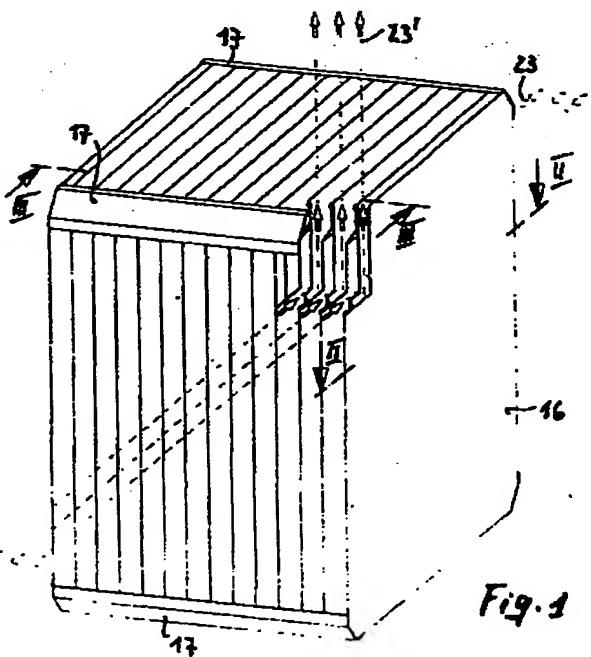


Fig. 1

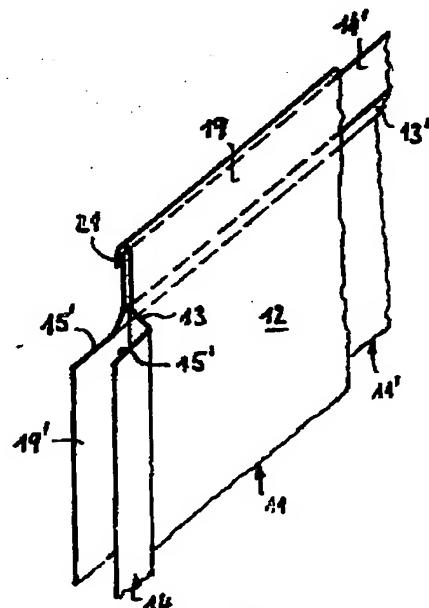


Fig. 4

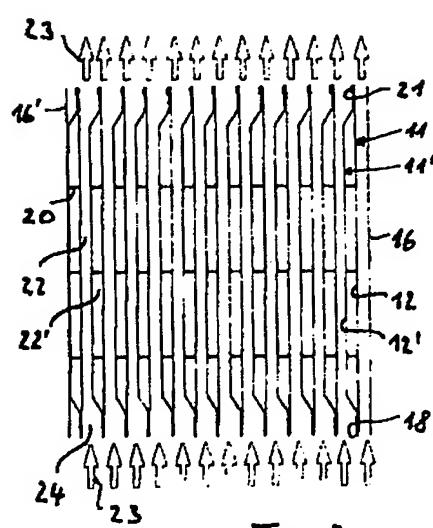


Fig. 2

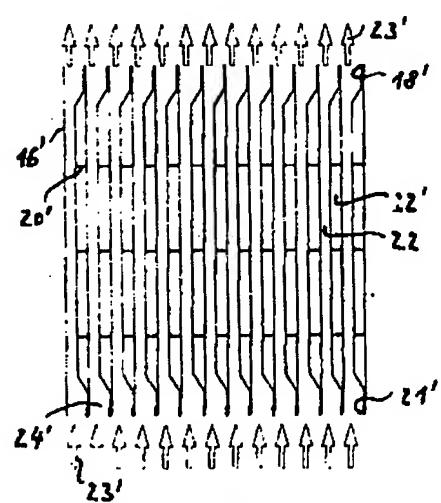


Fig. 3

(34-1766-1)

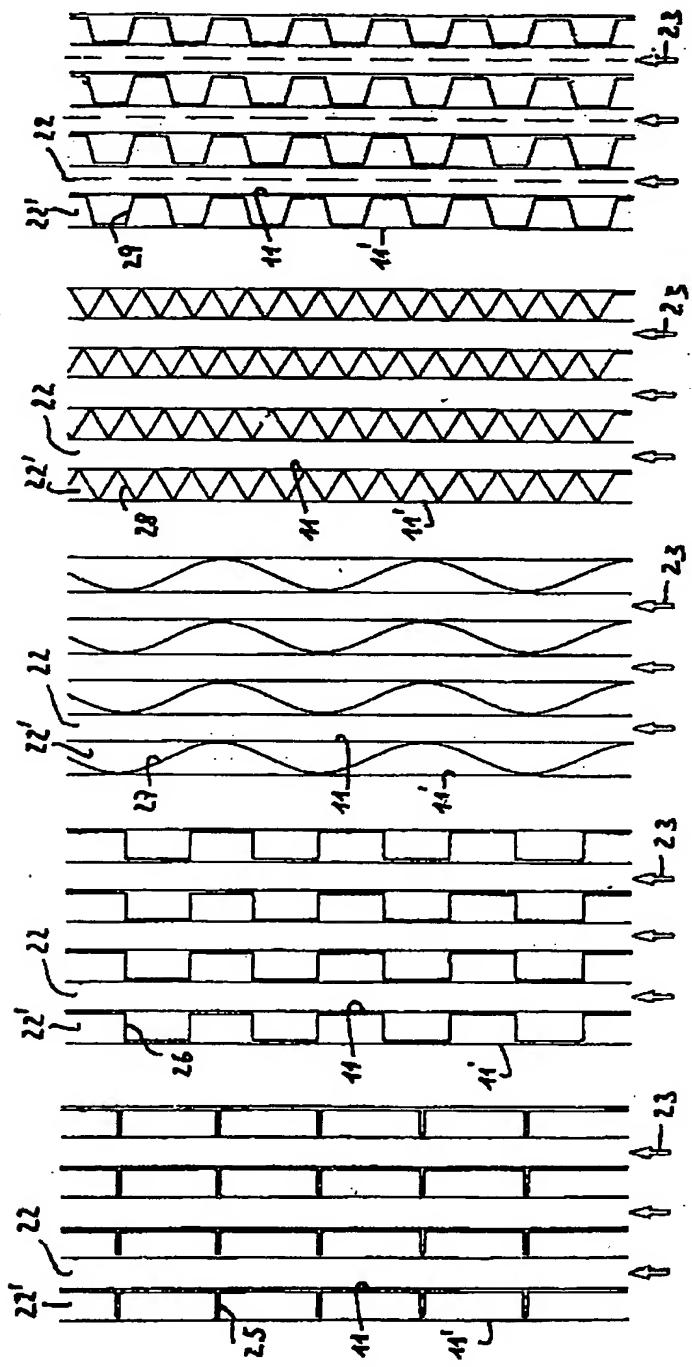


Fig. 9

Fig. 7

Fig. 6

Fig. 5

17

THIS PAGE BLANK (USPTO)